

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-263576

(43)Date of publication of application : 20.10.1989

(51)Int.Cl.

G01R 33/02

(21)Application number : 63-092433

(71)Applicant : WAKO:KK

(22)Date of filing : 14.04.1988

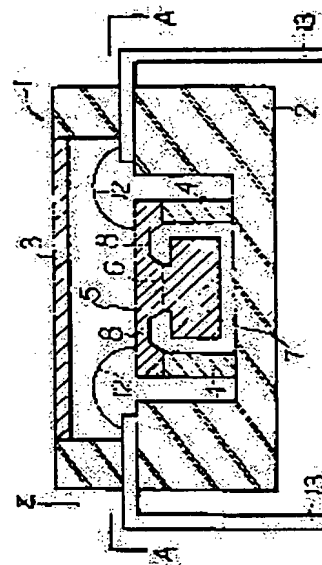
(72)Inventor : OKADA KAZUHIRO

(54) MAGNETIC DETECTION APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To detect the direction and magnitude of magnetic field received by a magnetic body, by detecting the resistance value of a resistance element changed by the mechanical deformation of a magnetomotive body due to magnetic force.

CONSTITUTION: When the magnetic force received by a magnetic body 7 is received by the induction part 6 of a semiconductor substrate 5, a flexible part 8 converts said force to mechanical deformation. A plurality of resistance elements having piezoelectric effect changing in electric resistance by mechanical deformation are provided to the substrate 5 supported on a case 2 being a fixed part by a part of the flexible part 8. By the arrangement of those elements, electric resistance due to stress received by each axial direction corresponding to three-dimensional coordinates is detected from the mechanical deformation of the flexible part 8. By detecting each resistance value, the direction and magnitude of the magnetic field received by the magnetic body 7 can be detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-263576

⑬ Int.Cl.⁴
G 01 R 33/02

識別記号 庁内整理番号
6860-2G

⑭ 公開 平成1年(1989)10月20日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全11頁)

⑮ 発明の名称 磁気検出装置

⑯ 特 願 昭63-92433

⑰ 出 願 昭63(1988)4月14日

⑱ 発 明 者 岡 田 和 廣 埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地

⑲ 出 願 人 株式会社 ワコー 埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地

⑳ 代 理 人 弁理士 志 村 浩

明 細 書

1. 発明の名称

磁気検出装置

2. 特許請求の範囲

1. 磁気力を受ける磁性体と、この磁性体を受けた磁気力に起因して前記磁性体に加わる力を受ける誘歪部を有し、この誘歪部が受けた力を機械的変形に変換するための可撓性を持たせた可撓部と、この可撓部の一部を固定部に支持する支持部とを有する起歪体と、この起歪体により変換された機械的変形に基づいて抵抗値が変化し、前記磁性体を受けた磁気力の大きさ、および磁気力の方向のうちの少なくとも一方を認識するように配列された抵抗素子と、を備えたことを特徴とする磁気センサ。

2. 磁気力を受ける磁性体と、この磁性体を受けた磁気力および加速度による力を第1の力とし、前記磁性体に加わる第1の力を受ける誘歪部

を有し、この誘歪部が受けた第1の力を機械的変形に変換するための可撓性を持たせた可撓部と、この可撓部の一部を固定部に支持する支持部とを有する起歪体と、この起歪体により変換された機械的変形に基づいて抵抗値が変化し、前記第1の力の方向および大きさを認識するように配列された第1抵抗素子と、を有する第1検出装置と、

前記磁性体とは異なる磁気的性質を有し、前記磁性体に生じた加速度に関連した加速度が生じるように構成された重錘体と、この重錘体に生じた少なくとも加速度に起因して前記重錘体に加わる第2の力を受ける誘歪部を有し、この誘歪部が受けた第2の力を機械的変形に変換するための可撓性を持たせた可撓部と、この可撓部の一部を固定部に支持する支持部とを有する起歪体と、この起歪体により変換された機械的変形に基づいて抵抗値が変化し、前記第2の力の方向および大きさを認識するように配列された第2抵抗素子と、を有する第2検出装置と、

前記第1検出装置によって認識された前記第1

の力の方向および大きさと、前記第2検出装置によって認識された前記第2の力の方向および大きさと、に基づいて前記磁性体に生じた加速度を相殺し、前記磁性体が受けた磁気力だけに関する物理量を算出する補償演算手段と、を備えたことを特徴とする磁気検出装置。

3. 外力を受ける重懸体と、この重懸体が受けた外力に起因して前記重懸体に加わる力を受ける誘歪部を有し、この誘歪部が受けた力を機械的変形に変換するための可換性を持たせた可換部を有する起歪体と、この起歪体を固定部に支持し、前記重懸体受ける外力により生ずる少なくとも三次元方向の変位を制限するように前記重懸体と所定間隔を置いて形成された支持体と、前記起歪体により変換された機械的変形に基づいて抵抗値が変化し、かつ、前記重懸体受けた外力の方向および大きさを認識するように配列された抵抗素子と、を備えたことを特徴とする検出装置。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら上記のようなホール素子や磁気抵抗効果素子は磁界の大きさは容易に検出できるが、磁界の方向を正確に検出することは困難であった。

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、本発明の第1の目的は磁界の大きさだけでなく、その方向までも正確に検出でき、本発明の第2の目的は加速度が作用しても磁界の大きさおよび方向を正確に検出でき、さらに、本発明の第3の目的は大きな磁界や加速度が作用するような環境にも耐える磁気検出装置を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために本願第1の発明は、磁気力を受ける磁性体と、この磁性体受けた磁気力に起因して磁性体に加わる力を受ける誘歪部を有し、この誘歪部が受けた力を機械的変形に変換するための可換性を持たせた可換部と、この可換部の一部を固定部に支持する支持部とを有する起歪体と、この起歪体により変換された機械的変

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は磁気検出装置、特に磁界の方向および磁界の大きさを検出する磁気検出装置に関する。

〔従来の技術〕

従来、磁気を電気に変換する変換素子としてはホール素子および磁気抵抗効果素子がある。ホール素子は長方形の半導体薄板のものである。この半導体薄板の長手方向にバイアス電流を流し、このバイアス電流に対して直角方向に磁界を与えると、ローレンツ力によりバイアス電流と磁界との双方に対して直角に、磁界に比例した起電力が発生する。この起電力を検出することにより磁界の大きさがわかる。一方、磁気抵抗効果素子の場合には、電流が流れている磁気抵抗効果素子に磁界を加えると、ローレンツ力によりキャリアの通路が長くなる。したがって、電気抵抗が増大する。この電気抵抗を検出することにより磁界の大きさがわかるものである。

形に基づいて抵抗値が変化し、磁性体受けた磁気力の大きさ、および磁気力の方向のうちの少なくとも一方を認識するように配列された抵抗素子と、を備えたものである。

本願第2の発明は、磁気力を受ける磁性体と、この磁性体受けた磁気力および加速度による力を第1の力とし、磁性体に加わる第1の力を受ける誘歪部を有し、この誘歪部が受けた第1の力を機械的変形に変換するための可換性を持たせた可換部と、この可換部の一部を固定部に支持する支持部とを有する起歪体と、この起歪体により変換された機械的変形に基づいて抵抗値が変化し、第1の力の方向および大きさを認識するように配列された第1抵抗素子と、を有する第1検出装置と、磁性体とは異なる磁気的性質を有し、前記磁性体に生じた加速度に関連した加速度が生じるように構成された重懸体と、この重懸体に生じた少なくとも加速度に起因して重懸体に加わる第2の力を受ける誘歪部を有し、この誘歪部が受けた第2の力を機械的変形に変換するための可換性を持たせ

た可換部と、この可換部の一部を固定部に支持する支持部とを有する起歪体と、この起歪体により変換された機械的変形に基づいて抵抗値が変化し、かつ、第2の力の方向および大きさを認識するように配列された第2抵抗素子と、を有する第2検出装置と、第1検出装置によって認識された第1の力の方向および大きさと、第2検出装置によって認識された第2の力の方向および大きさと、に基づいて磁性体に生じた加速度を相殺し、磁性体を受けた磁気力だけにに関する物理量を算出する補償演算手段と、を備えたものである。

本願第3の発明は、外力を受ける重錘体と、この重錘体を受けた外力に起因して重錘体に加わる力を受ける誘歪部を有し、この誘歪部が受けた力を機械的変形に変換するための可換性を持たせた可換部を有する起歪体と、この起歪体を固定部に支持し、重錘体を受ける外力により生ずる少なくとも三次元方向の変位を制限するように重錘体と所定間隔をおいて形成された支持体と、起歪体により変換された機械的変形に基づいて抵抗値が変

子の磁気力が算出され、磁性体を受けた磁界の方向と大きさがわかる。

第3の本発明のものは重錘体が外力として磁気力または加速度を受けたとき、重錘体の変位は重錘体と支持体との間の少なくとも三次元方向に形成された所定間隔内に制限される。

〔実施例〕

以下に本発明の磁気検出装置を図面に基づいて説明する。第1図は本願第1の発明の磁気検出装置1を示す実施例であり、磁気検出装置1の断面図である。磁気検出装置1はケース2内に部品を組み込んだものである。ケース2には蓋3が被せられており、内部の部品が保護されている。ケース2内には支持体として筒状の台座4が固着されている。この台座4の上面には半導体基板としてシリコンの単結晶基板5が固定（ダイボンド）されている。単結晶基板5については後で詳しく述べるとして、単結晶基板5の誘歪部としての中央部6には磁性体7が固着されており、磁性体7は上記した台座4によって囲まれている。磁性体7

化し、かつ、重錘体を受けた外力の方向を認識するように配列された抵抗素子と、を備えたものである。

〔作用〕

上記のような構成の磁気検出装置のうち本願第1の発明のものは磁性体が磁気力を受けると、磁気力は力として誘歪部を通し、起歪体に機械的変形を与える。この機械的変形は抵抗素子の抵抗値を変化させる。この変化した抵抗値を検出することにより磁性体を受けた磁界の方向と大きさがわかる。

本願第2の発明のものは磁性体および重錘体がそれぞれ外力として磁気力と加速度による力とを受けると、磁気力および加速度による力は誘歪部を通し、それぞれの起歪体に機械的変形を与える。それぞれの起歪体の機械的変形により第1抵抗素子は磁気力と加速度による力に基づいて抵抗値が変化し、第2抵抗素子は加速度に基づいて抵抗値が変化する。この第1抵抗素子の加速度と第2抵抗素子の加速度とを除くことにより、第1抵抗素

が固着されている単結晶基板5の中央部6の周りには他の部分よりも薄くなっており、この薄い部分は可換部8となっている。即ち、この可換部8は単結晶基板5の中央部6に力またはモーメントが作用すると歪みが生ずるものである。なお、磁性体7の材質は強磁性体である鉄、コバルト、ニッケル等およびそれらの合金、例えばコバール（鉄、コバルト、ニッケルの合金）等である。

単結晶基板5には第2図に示すように抵抗素子Rが形成されている。これらの抵抗素子Rの配列を三次元座標に対応させて表わすために矢印でX軸、Y軸、そして、第1図にZ軸を定める。第2図において単結晶基板5上には合計12個の抵抗素子Rが形成されている。抵抗素子R_{x1}～R_{x4}はX軸上に配され、X軸方向に受ける応力による電気抵抗の検出に用いられる。抵抗素子R_{y1}～R_{y4}はY軸上に配され、Y軸方向に受ける応力による電気抵抗の検出に用いられる。抵抗素子R_{z1}～R_{z4}はX軸に平行で、この近傍にある軸上に配されZ軸方向に受ける応力による電気抵抗の検出に

用いられる。それぞれの抵抗素子Rの具体的な構造およびその製造方法については後述するとして、これらの抵抗素子Rは機械的変形により電気抵抗が変化するピエゾ抵抗効果を有する素子である。

上記した抵抗素子Rは基本的に第3図に示すような配線がなされる。即ち、抵抗素子R_{x1}～R_{x4}は同図(a)に示すようなブリッジ回路に組まれる。抵抗素子R_{y1}～R_{y4}および抵抗素子R_{z1}～R_{z4}もそれぞれ同図(b)、同図(c)に示すようなブリッジ回路に組まれる。それぞれのブリッジ回路には電源9から所定の電圧または電流が供給されており磁性体7が受けた力により単結晶基板5の可撓部8に歪みが生ずると、歪みを生じた抵抗素子Rのうちいずれかの電気抵抗が変化するのでブリッジ回路の平衡条件がくずれて電圧計10の針が振れることになる。

このように応力を生じた抵抗素子の電気抵抗を測定するために、第2図に示す単結晶基板5上において、それぞれの抵抗素子Rは電気的にボンディングパッド11に接続され、ボンディングパッド

11はボンディングワイヤ12によって外部配線用の電極13に接続されている。電極13は配線孔を通り制御装置(図示省略)に接続される。

次に、第4図ないし第6図に基づいて磁気検出装置1の基本的な動作を説明する。

磁性体7が磁気力を受けると単結晶基板5の可撓部8に歪みが生ずる。この可撓部8に生じた歪みが第4図はX軸方向に生じた場合、第5図はY軸方向に生じた場合、第6図はZ軸方向に生じた場合であり、それぞれの抵抗素子Rに加わる応力(伸びる方向を+、縮む方向を-、変化なしを0で示す)を示したものである。各図は、第2図に示す抵抗素子R_{x1}～R_{x4}に沿った断面を(a)、抵抗素子R_{y1}～R_{y4}に沿った断面を(b)、そして、X軸に平行で抵抗素子R_{z1}～R_{z4}に沿った断面を(c)として示している。

まず、X軸方向の場合、第4図(a)、(b)、(c)の矢印F_x(第4図(b)では紙面に垂直な方向)で示す方向に力が加わり、それぞれ図示する極性の応力が発生する。それぞれの抵抗素子

Rには、この応力に対応した抵抗変化が生じる。例えば、抵抗素子R_{x1}の抵抗は減り(-)、抵抗素子R_{x2}の抵抗は増え(+)、抵抗素子R_{y1}の抵抗は変化しない(0)。また、Y軸方向およびZ軸方向の場合は、上記した説明と同様にそれぞれ第5図(a)、(b)、(c)および第6図(a)、(b)、(c)に示すような矢印F_yおよびF_zで示す方向に力が加わり、図示の通り応力が発生する。それぞれの抵抗素子Rには、この応力に対応した抵抗変化が生じる。結局、加わる力と各抵抗素子Rの変化の関係を表にまとめると、表1のようになる。

<表 1>

	F _x	F _y	F _z
R _{x1}	-	0	-
R _{x2}	+	0	+
R _{x3}	-	0	+
R _{x4}	+	0	-
R _{y1}	0	-	-
R _{y2}	0	+	+
R _{y3}	0	-	+
R _{y4}	0	+	-
R _{z1}	-	0	-
R _{z2}	+	0	+
R _{z3}	-	0	+
R _{z4}	+	0	-

上記のような磁気検出装置1の基本的動作に基づいて、第1図に示す磁気検出装置1の動作を説明する。磁性体7がX軸方向またはY軸方向に磁気力を受けると、単結晶基板5の中央部6にはモーメントが生ずる。このモーメントにより可撓部8には歪みが生ずる。Z軸方向に磁気力を受けると、力により可撓部8には歪みが生ずる。この歪みは上記したようにX軸方向、Y軸方向およびZ軸方向に方向性を持たせたそれぞれの抵抗素子Rの抵抗値を変化させるので、この信号を検出することにより磁性体7が受けた磁界の方向が検出される。同時に、それぞれの抵抗値の変化の大きさが検出されるので、磁性体7が受けた磁界の大きさが検出される。

上記した磁気検出装置1は磁性体7が受ける磁界の大きさと方向を検出するが、磁気検出装置1が磁界および加速度を受けたときも正確に磁界の大きさと方向を検出する本願第2の発明について説明する。

第7図には本願第2の発明の磁気検出装置1を

気検出部14および加速度検出部15により構成された磁気検出装置1が磁気力と加速度を受けると、磁気検出部14が磁気力と加速度を検出し、加速度検出部15は加速度のみを検出する。

磁気検出部14および加速度検出部15にそれぞれ取り付けられた単結晶基板5上のブリッジ回路は、第8図に示すような補償演算手段17に接続される。それぞれのブリッジ回路から出力される電気信号はそれぞれの増幅回路18により所定レベルに増幅された後、それぞれのA/D変換回路19によりアナログ信号からデジタル信号に変換される。変換されたそれぞれのデジタル信号は演算回路20に与えられる。

磁気検出装置1に磁気力および加速度が働くと、加速度検出部15側のA/D変換回路19から演算回路20には、X軸、Y軸、Z軸方向のそれぞれの成分毎に、加速度として A_x 、 A_y 、 A_z が与えられる。一方、磁気検出部14側のA/D変換回路19から演算回路20には、Z軸、Y軸、Z軸方向の成分毎に、磁界の方向および大きさと

示している。この磁気検出装置1は第1図に基づいて説明した本願第1の発明のものと共通の構成を有するので、その構成には同じ符号を付し、詳細な説明は省略する。ケース2内には右側に第1検出装置として磁気検出部14、そして、他側に第2検出装置として加速度検出部15が隣合せて配されている。磁気検出部14は第1図に基づいて説明した磁気検出装置1と同じものであるから説明は省略する。加速度検出部15の台座4と、台座4に支持されている単結晶基板5とは、すでに第1図に基づいて説明したのと同じ構成である。加速度検出部15が第1図に示す磁気検出装置1と異なる点は単結晶基板5の中央部6に固着されている重錘体16である。この重錘体16は磁性体7と磁性的性質が異なる、例えばガラス材からなり、単結晶基板5の線膨脹係数に比較的近い、例えば、パイレックス等の硼硅酸ガラスが用いられる。なお、磁気検出部14および加速度検出部15が有する単結晶基板5は第1図に基づいて説明したのと同じものである。このように磁

して B_x 、 B_y 、 B_z 、そして、加速度として A_x' 、 A_y' 、 A_z' が与えられる。上記したそれぞれの加速度は、重錘体16と磁性体7とは同じ加速度を受けるが、重錘体16と磁性体7の質量が異なるために、 $A_x = k_x \cdot A_x'$ 、 $A_y = k_y \cdot A_y'$ 、 $A_z = k_z \cdot A_z'$ の関係になる。但し、 k_x 、 k_y 、 k_z は定数である。これらの加速度の関係から磁気検出部14および加速度検出部15が出力した信号から加速度成分を消去すると、磁気検出部14に形成された抵抗素子Rの抵抗値の変化は加速度に影響されない正確な磁界の方向と磁界の大きさとして検出される。

なお、磁気検出装置1のうちの加速度検出部15からは加速度の大きさおよび方向が検出されることは言うまでもない。

上記の本願第2の発明の磁気検出装置において、加速度検出用の重錘体16および磁気検出用の磁性体7に生ずる加速度は同一加速度として説明したが、必ずしも同一加速度である必要はない。

例えば、加速度検出部15の台座4（第7図の

左側)のみを弾性的性質を有するゴム材等で構成した場合、磁性体7に生ずる加速度 A_x' 、 A_y' 、 A_z' は重錘体16に生ずる加速度 A_x'' 、 A_y'' 、 A_z'' とはそれぞれ異なったものとなる。重錘体16に生ずる加速度 A_x'' 、 A_y'' 、 A_z'' は、 $A_x'' = f(a_1) \cdot A_x'$ 、 $A_y'' = f(a_2) \cdot A_y'$ 、 $A_z'' = f(a_3) \cdot A_z'$ で表される。ここで $f(a_1)$ 、 $f(a_2)$ 、 $f(a_3)$ は台座4の機械的性質や加速度 A_x' 、 A_y' 、 A_z' で決定される。

上式より磁性体7に生ずる加速度 A_x' 、 A_y' 、 A_z' が算出され、磁気検出部14が出力した信号から加速度 A_x' 、 A_y' 、 A_z' を消去することにより加速度に影響されない正確な磁気方向と磁界の大きさを検出することができる。

また、上記の本願第2の発明では加速度検出部15の重錘体16はガラス材としたが、この重錘体16は磁性体7とは磁気的性質が異なる磁性材料であってもよい。

台座4にはまり込んだ状態になっている。即ち、磁性体7は環状であり、かつ、磁性体7の断面は逆T字状となっている。この逆T字状をなし、水平方向に突き出た磁性体7の周端面のうち上周端面23は台座4の凹状をなす上突出部24に間隔をおいて対向している。一方、磁性体7の下周端面25は固定部22に間隔をおいて対向している。また、磁性体7の外周面26は台座4が凹状をなす内壁27に間隔をおいて対向している。

起歪体21の上面には単結晶基板5が接着されており、磁性体7に磁気力がかかったときに可撓部8が歪むので単結晶基板5も歪みを受けることになる。なお、起歪体21の材質としては単結晶基板5の線膨脹係数に近い金属、例えば、コパール(鉄、コバルト、ニッケルの合金)等が用いられる。

単結晶基板5に形成された抵抗素子Rは第10図に示すように基本的に第2図に基づいて説明したものと同一のものである。このような構成により、磁性体7が磁気力を受けたときに磁性体7は変位

上記した本願第1および第2の発明の磁気検出装置1に大きな磁気力または加速度がかかった場合は磁性体7または重錘体16は大きな変位を受けることになる。この大きな変位は単結晶基板5を破壊する可能性があるため、これを防止するために本願第3の発明を提案する。

第9図ないし第12図には本願第3の発明の磁気検出装置1が示されている。なお、それぞれの図に示された磁気検出装置1は上記した第1図および第7図に基づいて説明した磁気検出装置1と共通の構成を有するので、その構成には同じ符号を付すことにしてそれぞれの特徴だけを説明する。

まず、上記した本願第1および第2の発明を示した第1図および第7図では台座4が可撓部8を有する単結晶基板5を支持していたが、第9図では固定部22に固着された台座4が起歪体21を支持している。起歪体21の中央部6の周りは他の起歪体21の部分よりも薄く形成され、可撓性を有する可撓部となっている。中央部6には重錘体として磁性体7が固着されており、磁性体7は

するが、X軸およびY軸方向の変位は台座4の内壁27により制限され、Z軸方向の変位は台座4の上突出部24と固定部22により制限されることになる。

第11図は本願第3の発明の他の例を示している。この例では磁性体7の外周面26が筒状の台座4の内壁27に間隔をおいて対向しており、磁性体7の下周端面25は固定部22と間隔をおいて対向している。単結晶基板5上面には、可撓部8に囲まれた領域に対向した間隙28aを有する上板28が固着されている。したがって、磁性体7が磁気力を受けたときのX軸およびY軸方向の変位は台座4の内壁27により制限され、Z軸方向の変位は固定部22と間隙28aを有する上板28とにより制限される。

第12図は本願第3の発明の他の例を示している。この例に示された単結晶基板5は可撓部8を有するものである。この単結晶基板5は第1図に示された磁気検出装置1のものと同じである。この場合も第9図に基づいて説明したように、磁性

体7が磁気力を受けたときのX軸およびY軸方向の変位は台座4の内壁27により制限され、Z軸方向の変位は上突出部24と固定部22により制限される。

第13図は本願第3の発明の他の例を示している。この例では単結晶基板5の中央部6には台座4の上面が固着されており、台座4の下面は固定部22に固着されている。単結晶基板5の中央部6で台座4が固着されている周りは薄く形成された可撓部8となっている。可撓部8の外側の外周端面29には同様の磁性体7が固着されており、この磁性体7の内壁30と台座4の外周面31とは間隔をおいて対向している。この例において、磁性体7が磁気力を受けたときのX軸およびY軸方向の変位は台座4の外周面31により制限される。

なお、本願第3の発明では重錘体として磁性体7を用いた磁気検出装置について述べたが、磁性体7の代わりにガラス等の非磁性体で構成される加速度検出装置についても有効な保護手段となる

を形成する。

続いて同図(b)に示すように、この酸化シリコン層102を写真法によってエッチングして、開口部103を形成する。

続いて同図(c)に示すように、この開口部からほう素を熱拡散し、P型拡散領域104を形成する。なお、この熱拡散の工程で、開口部103には酸化シリコン層105が形成されることになる。

次に、同図(d)に示すように、CVD法によって窒化シリコン層106を積層し、窒化シリコン層106を保護層として形成する。

そして同図(e)に示すように、この窒化シリコン層106および酸化シリコン層105に写真法によってコンタクトホールを開口した後、同図(f)に示すように、アルミニウム配線層107を蒸着形成する。

そして、最後にこのアルミニウム配線層107を写真法によりパターンニングし、同図(g)に示すような構造を得る。

ことは明らかである。

本願第3の発明はすでに出願済みの特願昭62-101267号(加速度検出装置)、特願昭62-101268号(モーメント検出装置)、特願昭62-101269号(力検出装置)、特願昭62-101270号(加速度傾斜度検出装置)、特願昭62-101272号(力検出装置)、特願昭62-234589号(力・モーメント検出装置)、および特願昭62-234590号(力検出装置)に応用することができる。

次に、ピエゾ抵抗効果を有する抵抗素子Rの製造方法を簡単に説明する。

以下に述べる抵抗素子Rの配置および半導体基板の条件等については特願昭62-101269号(発明の名称：力検出装置)に開示されている。この抵抗素子Rは半導体基板上に半導体プレーナプロセスにより形成されるものである。まず、第14図(a)に示すように、N型のシリコン基板101を熱酸化し、表面に酸化シリコン層102

なお、図示省略されているが、可撓部を形成する場合、裏面の窒化シリコン層106と酸化シリコン層102を除去し、異方性エッチング液によってエッチングし、可撓部を形成する。

また、上記の製造工程は一例として示したものであり、本発明は要するにピエゾ抵抗効果を有する抵抗素子であればどのようなものを用いても実現可能である。

〔発明の効果〕

以上述べたことから本願第1の発明の磁気検出装置は磁性体が磁気力を受けると、この磁気力は起歪体に機械的変形を与える。この機械的変形は磁気力の方向を認識するように配列された抵抗素子の抵抗値を変化させるので、三次元方向別に抵抗値を検出することにより磁性体が受けた磁界の方向を検出することができる。また、三次元方向別に抵抗値の変化の大きさを検出することにより磁性体が受けた磁界の大きさも検出することができる。

本願第2の発明の磁気検出装置は外力として磁

磁力と加速度による力を受けると、第1検出装置が磁界の方向および大きさ、そして、加速度を検出し、第2検出装置が少なくとも加速度を検出する。第1検出装置が検出した加速度と第2検出装置が検出した加速度とを消去することにより、第1検出装置が検出した磁界の方向および大きさを算出する。したがって、磁気検出装置が加速度を受けたとしても磁界の方向および大きさを正確に検出することができる。

第3の本発明の磁気検出装置は重錘体と支持体とが少なくとも三次元方向に所定間隔をおいて形成されているので、重錘体が磁気力または加速度を受けたときの変位は制限を受ける。したがって、磁気検出装置が大きな磁気力または加速度による力を受けたとしても破壊することはない。

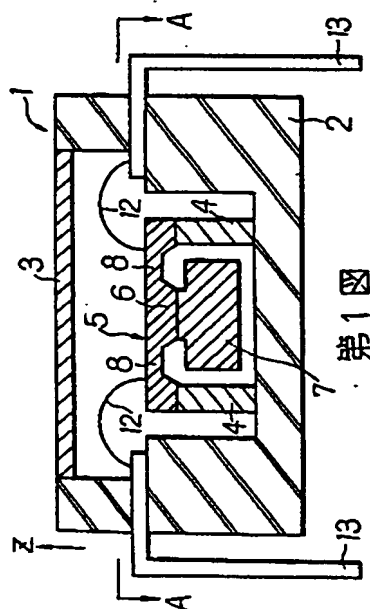
4. 図面の簡単な説明

第1図は第1の本発明の磁気検出装置を示す断面図、第2図は第1図に矢印A-Aにより示す横断面図、第3図は抵抗素子のブリッジ構成を示す

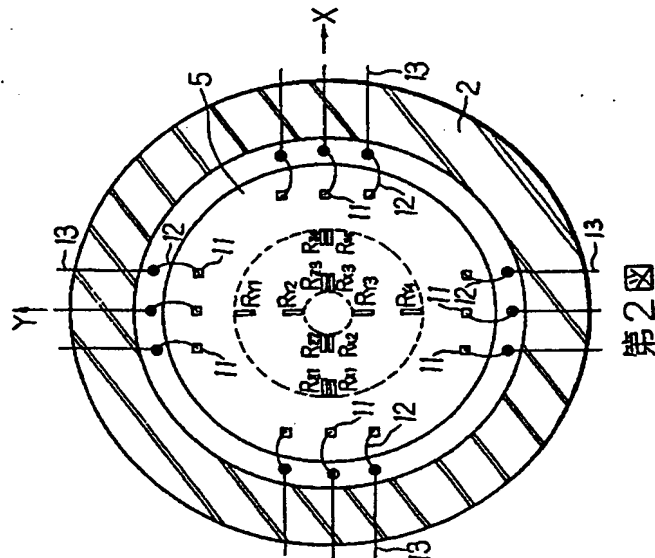
回路図、第4図、第5図および第6図は第2図および第10図に示す抵抗素子のX軸、Y軸、Z軸方向に力がかかったときに発生する応力を示す断面図、第7図は第2の本発明の磁気検出装置を示す断面図、第8図は補償演算手段を示すブロック図、第9図は第3の本発明の磁気検出装置を示す断面図、第10図は第9図に矢印B-Bにより示す横断面図、第11図ないし第13図は第3の本発明の他の例を示す断面図、第14図は第2図および第10図に示す抵抗素子を単結晶基板上に形成する工程図である。

1…磁気検出装置、4…支持体(台座)、5…半導体基板(単結晶基板)、6…誘歪部(中央部)、7…磁性体、8…可撓部、16…重錘体、17…補償演算手段、21…起重体、22…固定部、R…抵抗素子。

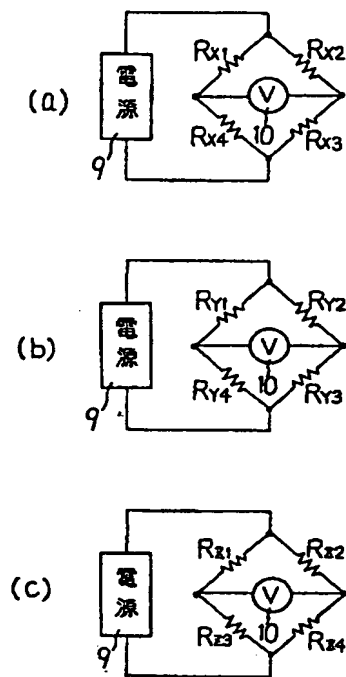
出願人代理人 佐 藤 一 雄



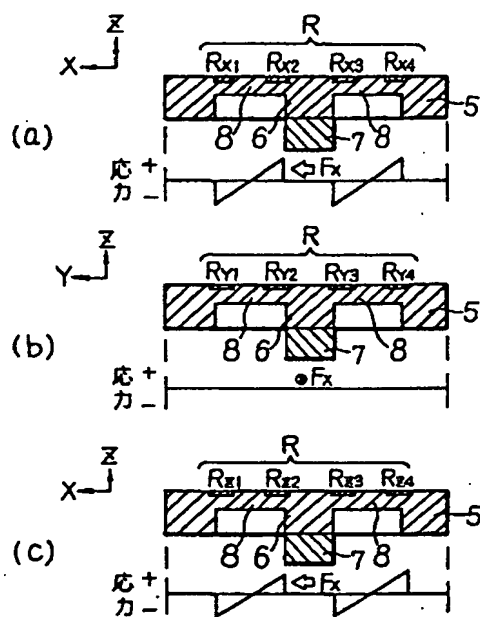
第1図



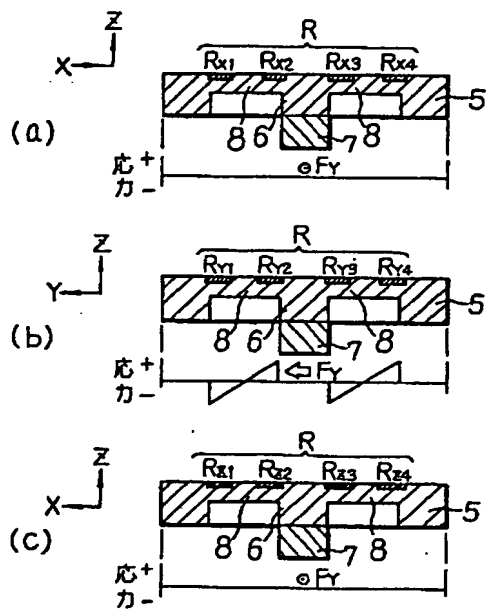
第2図



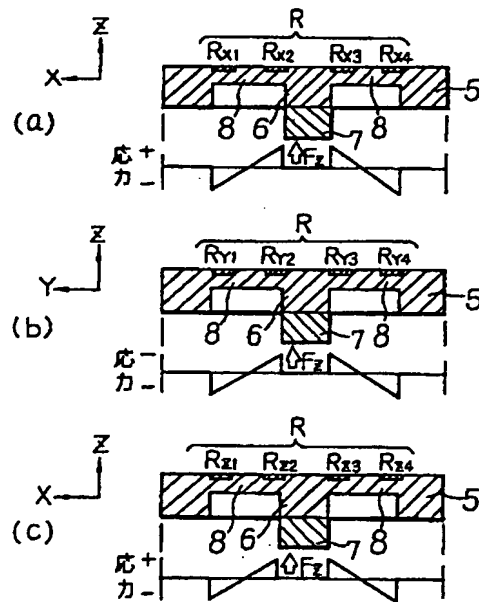
第3図



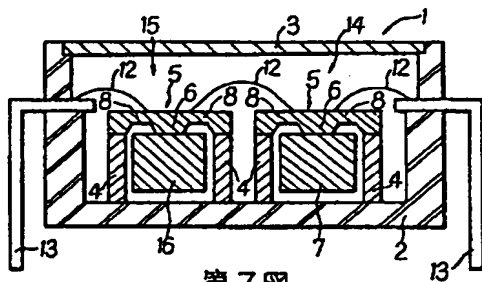
第4図



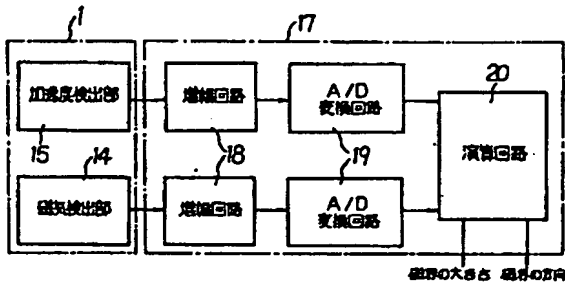
第5図



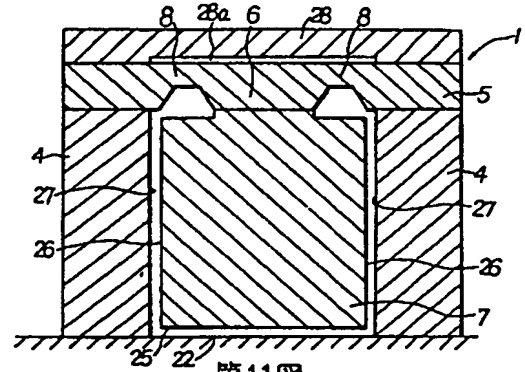
第6図



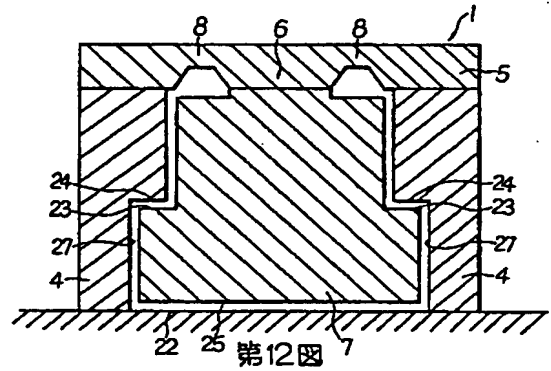
第7図



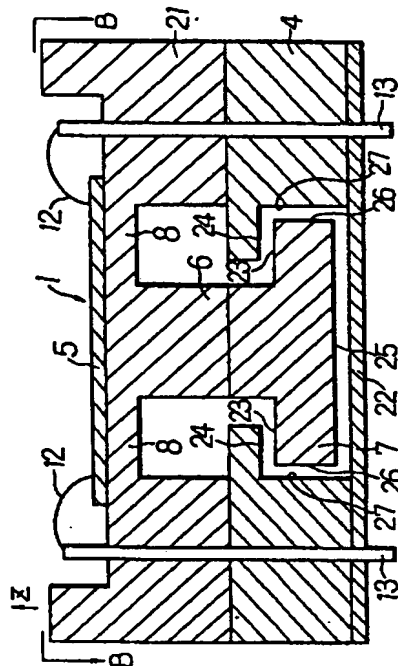
第8図



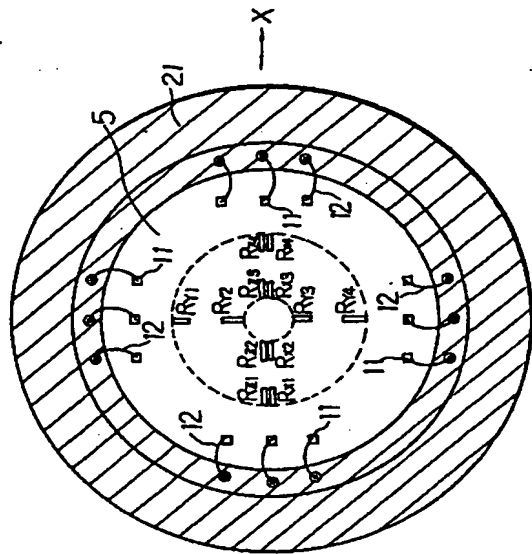
第11図



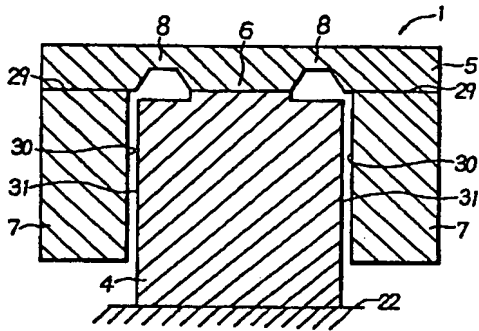
第12図



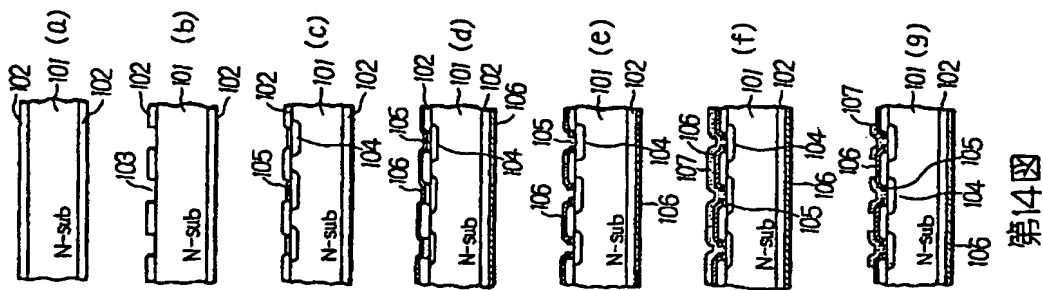
第9図



第10図



第13図



第14図